

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В СИСТЕМАХ ОПТИЧЕСКОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Описаны две автоматизированные системы оптического контроля – для обнаружения дефектов в лигатуре под ультрафиолетовым облучением и для внутритрубной дефектоскопии поверхности. Представлены особенности конструкций и алгоритмы функционирования разработанного программного обеспечения с использованием методов технического зрения. Сконструированные системы успешно сданы в промышленную эксплуатацию.

Ключевые слова: ОНК, компьютерное зрение, лигатура, УФ-излучение, внутритрубный контроль, анализ изображения.

E. A. Popko, A. P. Vorob'ev, I. A. Vainshtein

EXPERIENCE OF MACHINE VISION APPLICATION IN OPTICAL NDT SYSTEMS

Two automated optical inspection systems – for defects detection of in the ligature under UV irradiation and for non-destructive testing of pipeline inner surface – were described. The features of constructions and algorithms of the developed software with using the computer vision techniques were presented. Engineered systems were introduced successfully into commercial operation.

Keywords: optical non-destructive testing, computer vision, ligature, UV irradiation, intratubal inspection, image analysis.

Неразрушающий контроль материалов и изделий играет большую роль на этапе определения качества продукции и находит применение в самых разных сферах производства. В настоящее время одним из распространенных инструментариев являются оптические методы, которые широко используются как в виде отдельных модулей, так и в составе завершенных систем технического зрения [1; 2; 3]. Данный подход был реализован специалистами

ООО «Авитек-Плюс» и УрФУ при разработке следующих систем для Корпорации ВСМПО-АВИСМА:

- установка автоматизированного контроля дефектов в лигатуре при УФ-облучении;
- установка автоматизированного контроля внутренней поверхности труб.

В обоих случаях основными целями разработки являлись:

- переход от визуального контроля оператором к автоматизированной системе оперативного выявления дефектов;
- улучшение условий труда;
- уменьшение влияния человеческого фактора;
- увеличение разрешающей способности системы.

В состав системы автоматизированного контроля дефектов в лигатуре при УФ-облучении входят две IP-камеры высокого разрешения и АРМ оператора на базе компьютера промышленного исполнения. Программное обеспечение системы реализует процедуры выявления дефектов в лигатуре на движущейся конвейерной ленте на существующем участке визуального УФ контроля.

Основные функции программного обеспечения:

- захват изображения с камер;
- предоставление в реальном времени оператору изображений, полученных с камер, размещённых в помещении с работающим источником ультрафиолетового излучения;
- анализ изображений с камер для контроля наличия дефектного материала на конвейерной ленте;
- автоматическое обнаружение и маркирование дефектных элементов, сигнализация оператору и останов продвижения конвейера;
- выдача сигнала на разрешение движения конвейера при отсутствии дефектных образцов;
- сжатие исходного изображения;

- запись исходного и обработанного бинарного изображений в базу;
- запись служебных сообщений в базу;
- поиск и просмотр изображений и сообщений в базе по заданным параметрам.

Алгоритм работы системы описывается следующим образом. На начальном этапе оператор производится определение характеристик дефектного материала. Программное обеспечение настраивается на контроль наличия на изображениях материалов, содержащих дефект (рис. 1). Калибровка осуществляется по цветовым и яркостным характеристикам образца. При обучении системы оператор задает области на изображении, соответствующие дефектам. ПО автоматически определяет значения цветового тона, насыщенности цвета и яркости. При этом используется цветовая модель HSL [4]. Получаемые настройки сохраняются в базе данных. Помимо задания цветовых диапазонов задаются фильтры размеров дефекта.

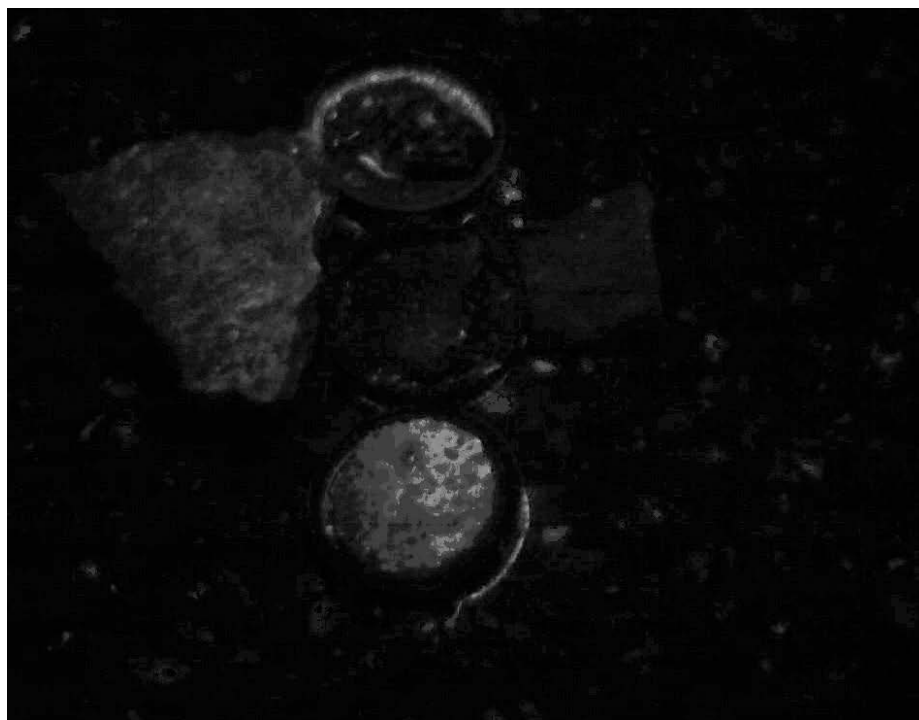


Рис. 1. Пример образца для настроек определения дефектного материала

При работе системы в рабочем режиме обнаружения дефектов производится постоянный захват кадров с камер. Для каждого изображения выполняются операции декодирования, преобразования в цветовую модель

HSL, выявление дефектов по заданным цветовым диапазонам и выдача соответствующего бинарного изображения.

Так как попиксельный анализ всего изображения требует больших вычислительных затрат, на обычных процессорах не представляется возможным реализовать однопоточную модель вычислений для обеспечения работы в реальном времени. Для решения данной проблемы была применена технология SIMD-программирования (Single instruction, multiple data). В ней реализован принцип однопоточности команд и многопоточности данных, в рамках которого выполняется одна команда на процессорных элементах, каждый из которых имеет собственную память для работы со своим массивом данных. В идеальном случае при данном подходе каждый пиксель обрабатывается отдельным процессором и общее время распознавания изображения равняется времени обработки пикселя. Разработанная методика позволила добиться работы программы в реальном времени (30–40 кадров в секунду).

В случае обнаружения дефекта система информирует оператора и останавливает движение конвейера. При этом вся информация регистрируется в базе данных, в том числе кадры, признанные оператором как ложное срабатывание системы.

Кроме того, была разработана автоматизированная система внутритрубной дефектоскопии для контроля наличия поверхностных макродефектов. В состав системы входит аналоговая камера с системой подсветки и АРМ оператора на базе компьютера промышленного исполнения. При проведении анализа изображений камера на штоке движется внутри трубы. Основными функциями данной системы машинного зрения являются:

- настройка параметров подсветки, фокусного расстояния, формата видео для различных камер;
- выявление дефектов в автоматическом режиме на движущейся поверхности трубы;
- ведение базы данных дефектов и изображений;

– обмен данными с управляющим контроллером через OPC.

В основном цикле работы программа непрерывно получает изображения с камеры и осуществляет предварительную обработку (рис. 2), которая заключается в выделении внешнего кольца и последующем его развертывании [5].

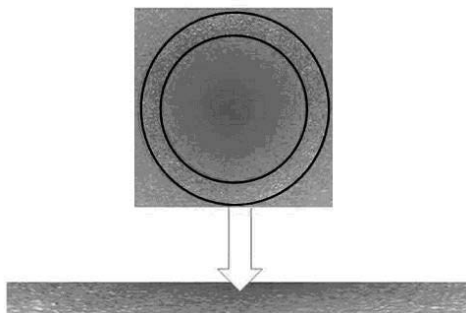


Рис. 2. Преобразование исходного изображения

Далее ПО осуществляет поиск дефектов, связывая текущее изображение с координатой зонда в трубе, получаемой от OPC сервера. Управление механизмом подачи трубы управляется контроллером.

В случае автоматического обнаружения дефекта выдается сигнал оператору, которому необходимо подтвердить либо опровергнуть указанное событие (рис. 3). На основании этих действий производится подстройка пороговых значений обнаружения дефектов. При этом в архиве работы фиксируются время срабатывания системы, изображение с камеры и решение, принятое оператором.

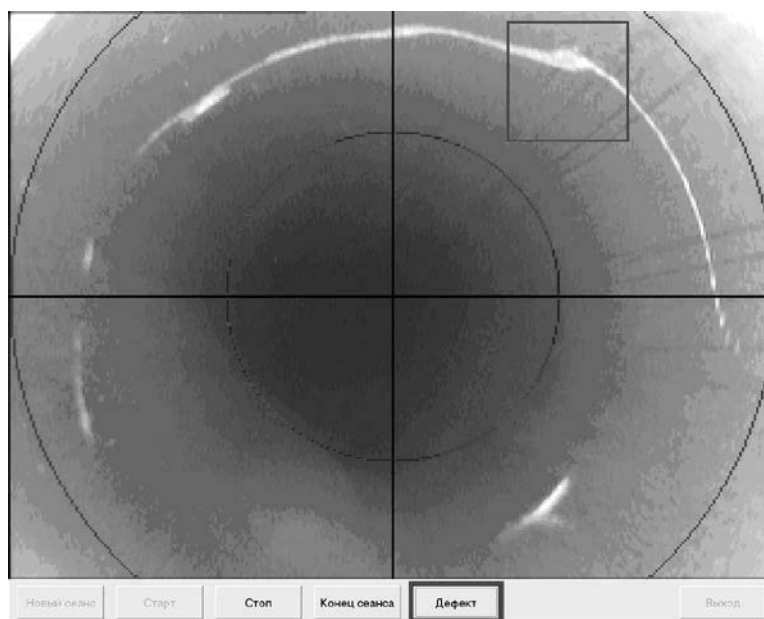


Рис. 3. Пример изображения внутренней поверхности трубы в основном окне программы

Опытно-промышленная эксплуатация данной системы показала высокую степень выявления внутренних дефектов. При этом имеется возможность оперативно локализовать нарушение внутритрубной поверхности, определить его геометрические размеры и принять решение о качестве трубы.

Таким образом, применение разработанных систем машинного зрения позволяет автоматизировать процесс выявления дефектов с высокой степенью достоверности за счет использования операторской базы знаний. Применение ручной корректировки в сочетании с быстрой автоматической обработкой визуальных сигналов обеспечивает высокую оперативность и гибкость применения системы на объектах, находящихся в эксплуатации.

Список литературы

1. Optical and Infrared Vision Non-Destructive Techniques: Integration as a means for the Defects Detection on Impacted Composite Materials / A. Bendada [et al.] // Proceedings of the 4th International Conference on Crack Paths (CP 2012), Gaeta, Italy 2012. – 2012. – P. 841–848.
2. Potapov A. I., Klopov V. D. An Optical Method for Nondestructive Testing of Light-Scattering Materials // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2005. – Vol. 41, No. 7. – P. 473–481.
3. Попко Е. А., Вайнштейн И. А. Моделирование сверточной нейронной сети для распознавания рукописных цифр в приложениях машинного зрения // Сборник научных трудов «Материаловедение. Машиностроение. Энергетика». – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – С. 495–500.
4. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
5. Цапаев А. П., Кретинин О. В. Методы сегментации изображений в задачах обнаружения дефектов поверхности // Компьютерная оптика. – 2012. – Т. 36, № 3. – С. 448–452.